

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПРОВОЛОКИ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ

Максакова А.А.

Руководитель – профессор, д.т.н. Алимов В.И.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
annymax@gmail.com

Современное проволочное производство нуждается в более экологически чистых и рентабельных методах обработки проволоки. Большими темпами сегодня развиваются технологии с применением низкотемпературной плазмы, которые позволяют исключить использование вредных химических компонентов в производственном процессе обработки проволоки, а также уменьшить энергозатраты и объемы используемого оборудования в технологическом процессе производства проволочных изделий [1-3].

Одним из этапов производства проволоки является операция очистки ее поверхности от продуктов коррозии и загрязнений путем травления. В современных технологиях скоростную очистку производят путем плазменного воздействия на движущуюся нитью через плазмотрон проволоку, при этом плазменный тепловой поток одновременно воздействует и на металл проволоки.

В данной работе изучали влияние мощностных плазменных потоков на процесс обезуглероживания поверхностных слоев проволоки. В качестве исходного материала брали проволоку диаметром 5 мм из стали 30ХГСА со средним содержанием углерода 0.28% (масс). Проволока имела обезуглероженный слой, унаследованный из горячекатаной заготовки. Обработку осуществляли на установке для обработки длинномерных изделий низкотемпературной плазмой Запорожского отделения НПО «Доникс» (Патент РФ № 91246, 2010). На поверхность отрезков катанки кратковременно воздействовали потоками плазмы с силой тока в 200 и 240 А. Для получения сравнительных данных о толщине обезуглероженной зоны после плазменной обработки и традиционного отжига в термических печах отобранные образцы отжигали при различных температурах и длительностях выдержки. На обработанных отрезках проволоки изучали микроструктуру на микроскопе по сечению, а также измеряли микротвердость с помощью прибора ПМТ-3.

Микроструктура проволоки из стали 30ХГСА представлена ферритом и перлитом. В поверхностном слое проволоки структура несколько отличается от сердцевины, слабо просматриваются границы зерен феррита, что может являться особенностями обезуглероживания при плазменном воздействии. Микроструктуры образцов, обработанных с разной силой тока дуги плазмотрона, приведены на рисунке 1. Видно, что

по мере увеличения тока дуги увеличивается ширина зоны полного обезуглероживания.

Распределение микротвердости от расстояния от края по сечению для образцов после плазменной обработки показано на рисунке 2.

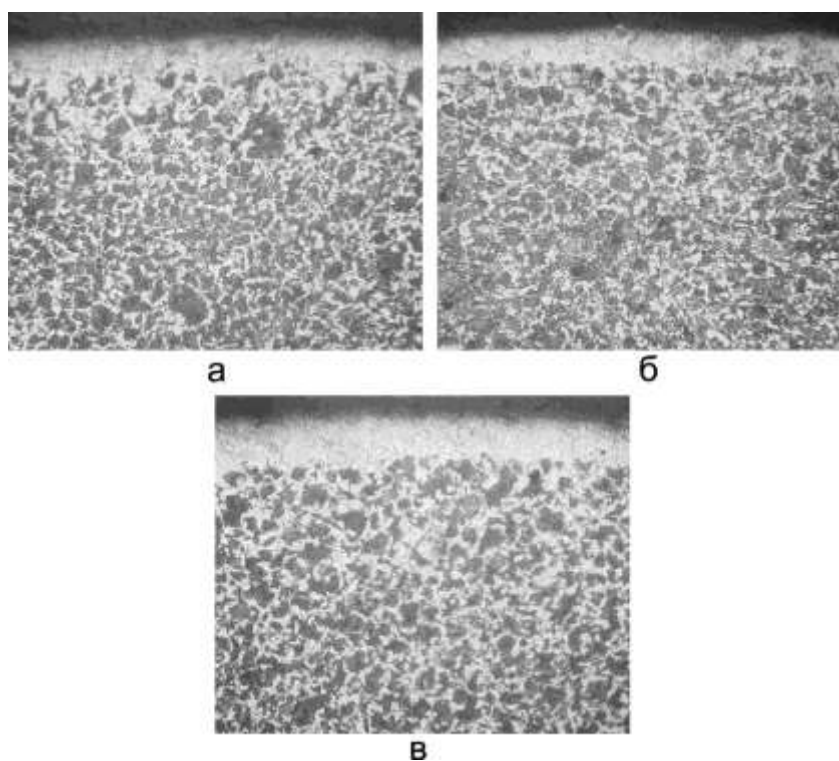


Рисунок 1 – Микроструктура проволоки из стали 30ХГСА
а – без плазменной обработки; б – плазменной дугой силой 200 А;
в – плазменной дугой силой 240 А, x270

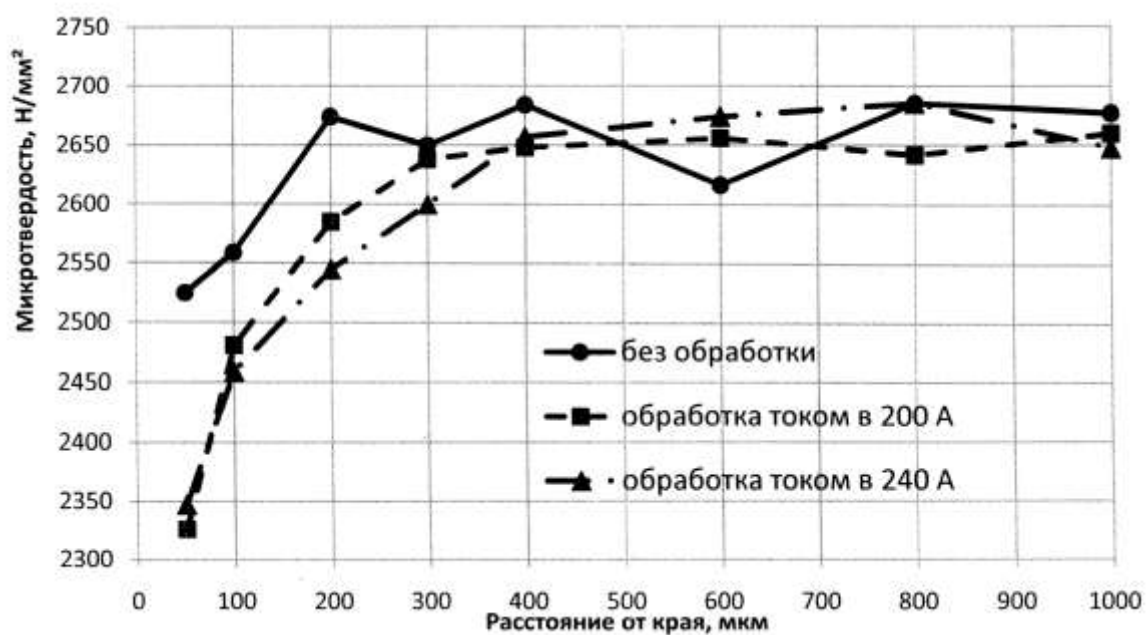


Рисунок 2 – График распределения микротвердости проволоки 30ХГСА после плазменной обработки от расстояния до края образца

Как известно обезуглероженная зона состоит из зоны полного и зоны частичного обезуглероживания. В исходном состоянии проволока без плазменной обработки имеет зону полного и частичного обезуглероживания, при этом частичное обезуглероживание распределено неравномерно вглубь от поверхности образца. Из графиков видно, что необработанный металл имеет большую толщину обезуглероженного слоя, чем образцы после обработки плазменной дугой. Это может объясняться тем, что при обработке плазменной струей углерод под действием высоких температурных и магнитных полей перемещается от центра к поверхности проволоки и уменьшает зону частичного обезуглероживания, при этом незначительно увеличивается толщина зоны полного обезуглероживания, но в целом это приводит к общему снижению толщины обезуглероженного слоя.

С целью изучения возможности дальнейшего обезуглероживания провели дополнительную обработку в печах с окислительной атмосферой. Результаты показали, что в металле вновь увеличивается обезуглероженный слой за счет роста зоны частичного обезуглероживания.

Выводы: 1. С увеличением силы тока плазменной струи снижается толщина общей зоны обезуглероживания за счет заметного снижения толщины зоны частичного обезуглероживания и незначительного повышения толщины зоны полного обезуглероживания. 2. Отжиг в печной атмосфере обеспечивает возможность существенно снижать количество углерода в проволоке, подвергнутой плазменно-дуговой обработке, что может быть концепцией «холодной металлургии» и существенного изменения химического состава металла без его переплава.

Результаты данных исследований показывают новые возможности использования плазменных технологий для термической обработки проволоки и других длинномерных изделий. Использование приведенных результатов позволяет создавать новые высокоэффективные технологические процессы производства проволоки с требуемыми служебными характеристиками.

Литература:

1. Максаков А.И. Плазма в процессах производства проволоки/ А.И.Максаков, В.И.Алимов, Б.Д.Алымов и др. // Металл и литье Украины – 2001 – №7-9 – С. 61-64.
2. Алимов В.И. О свойствах катанки, подвергнутой плазменной обработке и проволоки из нее/ В.И.Алимов, А.И.Максаков, А.М.Теряев и др. // Физика и техника высоких давлений – 2001 –Т.11 №1– С.34-39.
3. Alimov V.I. Plasma treatment of wire in extreme mode / V.I. Alimov, A.A.Maksakova // Стратегия качества в промышленности и образовании: международная конференция, 4-11 июня 2010 г.: тезисы докл. – 2010 – Т.1.Ч.1 – С. 60-63.